Mirando las estrellas

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS INUNDACIONES EN SUDÁN, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2020.

MULTITEMPORAL ANALYSIS OF FLOODING IN SUDAN, SECOND HALF OF 2020.

Daniel Felipe Pineda Capacho

Estudiante de geología

Bucaramanga, Colombia

30.03.2024

RESUMEN

Centrando el estudio en la localidad de la ciudad de Singa, se obtuvieron y analizaron datos de superficie de Agua mediante operaciones y productos de teledetección.

ABSTRACT

Focusing the study on the locality of Singa town, surface water data were obtained and analyzed using remote sensing operations and products**.**

PALABRAS CLAVE

Misión satelital, Inundación, Bandas espectrales, Datos.

KEY WORDS

Satellite mission, Flooding, Spectral bands, Data.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia, la gente que quiero.

CONTENIDO

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS INUNDACIONES EN SUDÁN, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2020.

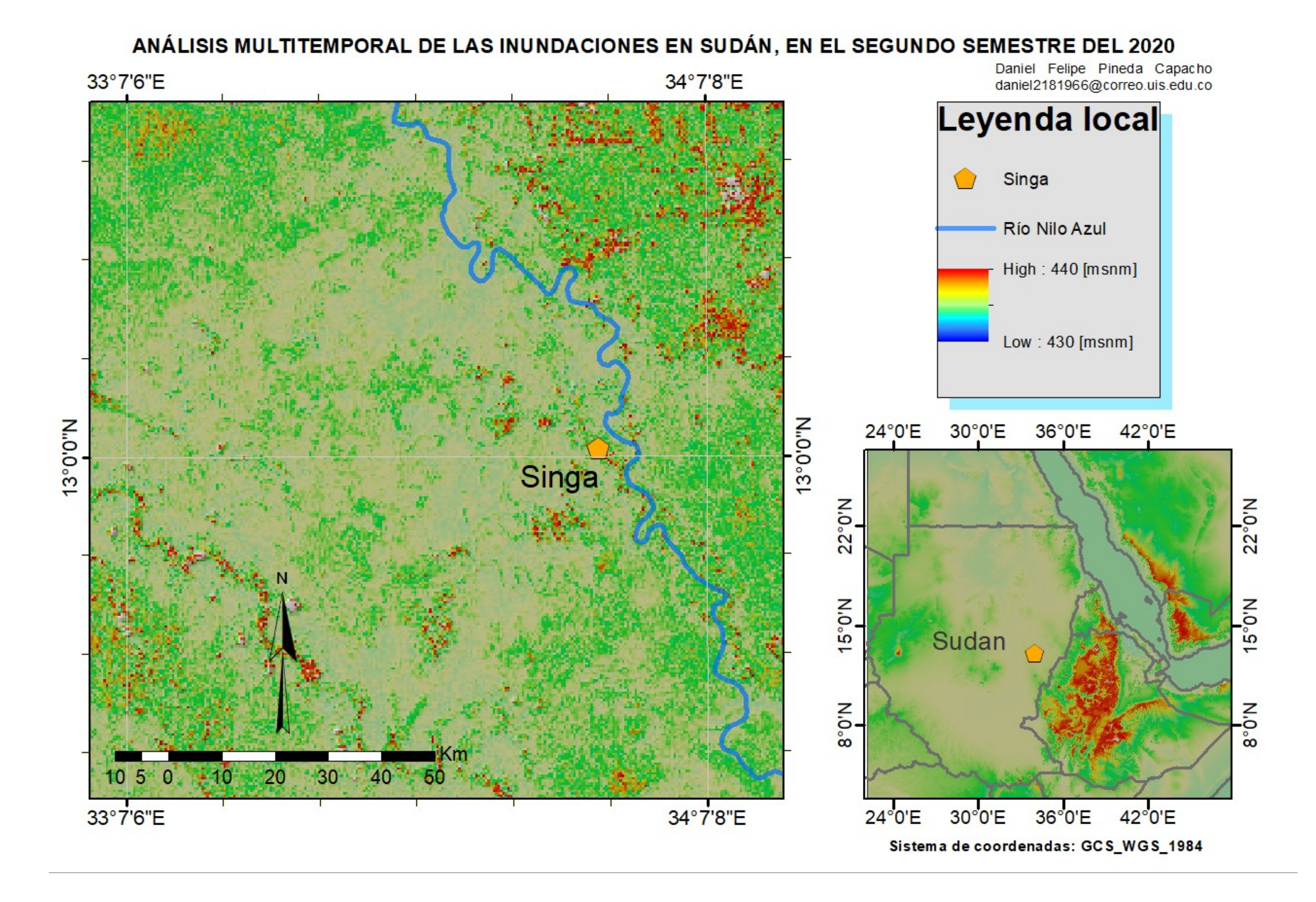
MULTITEMPORAL ANALYSIS OF FLOODING IN SUDAN, SECOND HALF OF 2020.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones de Sudan en 2020 corresponde a eventos devastadores que afectaron diferentes partes del país durante una temporada de lluvias en el mes de Agosto (DW, 2020). Se experimentaron fuertes precipitaciones que provocaron desbordamientos generalizados y desplazamientos masivos de la población. Se afectaron principalmente las regiones Centrales y Orientales del país, incluyendo los estados de Nilo Azul, Kassala, Al Jazirah y Sennar.

El Río Nilo Azul, con una elevación de 430 metros sobre el nivel del mar, es un caudal recalcado e implicado en las inundaciones. Singa es una de las ciudades que se asienta en su ribera, en el estado de Sennar, 13°09’|N, 33°56’|E **Mapa 1.** Sobre sus alrededores, en un área aproximada de 14000 Km^2, se realizó un análisis multitemporal que va desde el 4 de abril del 2020 hasta el 22 de marzo del 2021.

Mapa 1. Ubicación del área de análisis en la localidad de la ciudad de Singa, Sudan.



MARCO TEÓRICO

La precipitación se mide generalmente en milímetros [mm], equivalente a la altura que el agua, el granizo o la nieve, alcanza sobre una superficie idealmente plana e impermeable.

Se utilizaron métodos gráficos para averiguar los cambios de precipitación y aumento de cantidad de agua, en unidades de área, los cuales se describieron a través de la secuencia temporal de imágenes satelitales disponibles. **Tabla 1**

Tabla 1. Fechas de las imágenes recolectadas que captan el área de análisis.

Tiempo	Fecha
t1	04_Abril_2020
t2	06_Mayo_2020
t3	22_Mayo_2020
t4	23_Junio_2020

t5	13_Octubre_2020
t6	29_Octubre_2020
t7	16_Diciembre_2020
t8	02_Febrero_2021
t9	22_Marzo_2021

La misión LANDSAT 8, es un satélite de observación terrestre Estadounidense lanzado el 11 de Febrero del 2013. Es el octavo y segundo más reciente satélite del proyecto operado por la NASA y el Servicio Geológico Estadounidense: USGS. Este satélite produjo las imágenes usadas, presentando una resolución variable en [m], compuestas de once bandas espectrales según su longitud de onda: ʎ, en unidades de micrómetros [µm]. **Tabla 2**

Tabla 2. Bandas espectrales del satélite LANDSAT 8, según su longitud de onda y resolución. (Loyd, C. 2013)

Bandas	**ʎ [µm]**	**Resolución [m]**
1	0.433–0.453	30
2	0.450–0.515	30
3	0.525–0.600	30
4	0.630–0.680	30
5	0.845–0.885	30
6	1.560–1.660	30
7	2.100–2.300	30
8	0.500–0.680	15
9	1.360–1.390	30
10	10.6-11.2	100
11	11.5-12.5	100

Para distinguir la presencia de agua en el área se usó la ecuación del índice de agua diferencial normalizado: MNDWI **(I)**, la cual se utiliza principalmente para detectar los cambios leves, o poco perceptibles, de las masas de agua.

$$MNDWI=\frac{B_{¿}-B_{MIR}}{B_{¿}+B_{MIR}}$$

(I)

La ecuación usa la Banda MIR: Infra rojo medio, equivalente a la Banda 5, y usa la Banda GREEN: Verde, equivalente a la Banda 2, del sensor TM, (Xu, H. 2006) un dispositivo multiespectral de exploración, que se usó en las misiones LANDSAT 4, 5, 6 y 7. **Tabla 3**

Tabla 3. Bandas espectrales del sensor TM, según su longitud de onda y resolución.

Bandas	ʎ [µm]	Resolución [m]
1	0.45-0.52	30
2	0.52-0.60	30
3	0.63-0.69	30
4	0.76-0.90	30
5	1.55-1.75	30
6	10.41-12.5	120
7	2.08-2.35	30

La ecuación MNDWI se ajustó en función del satélite LANDSAT 8 (**II)**. Se procuró que las Bandas que propone la ecuación: MNDWI, en función del sensor TM, coincidieran aproximadamente con los intervalos de longitud de onda de las Bandas del satélite LANDSAT 8.

En ese sentido,

$$B_{2(TM)}\rightarrow B_{3(LANDSAT8)},$$

$$B_{5(TM)}\rightarrow B_{6(LANDSAT8)},$$

Luego,

$$MNDWI_{(LANDSAT8)}=\frac{B_3-B_6}{B_3+B_6}$$

(II)

La clasificación de imágenes es un método de análisis supervisado en el que se utilizan polígonos para generar una firma espectral. A partir de ellas, se buscó diferenciar dos características dentro del área de análisis: Donde hay Agua y donde no hay. De modo que, se distinguieron las clases respectivas: Agua & No_agua, con el fin de diferenciar y medir las zonas de inundación.

Las imágenes creadas a partir del espectro están calibradas en unidades de [Watts*µm/m^2]. La reflectancia por píxel generalmente es leída por los sistemas de información geográfica en unidades adimensionales. Esta proporción se expresa en un rango de [-1

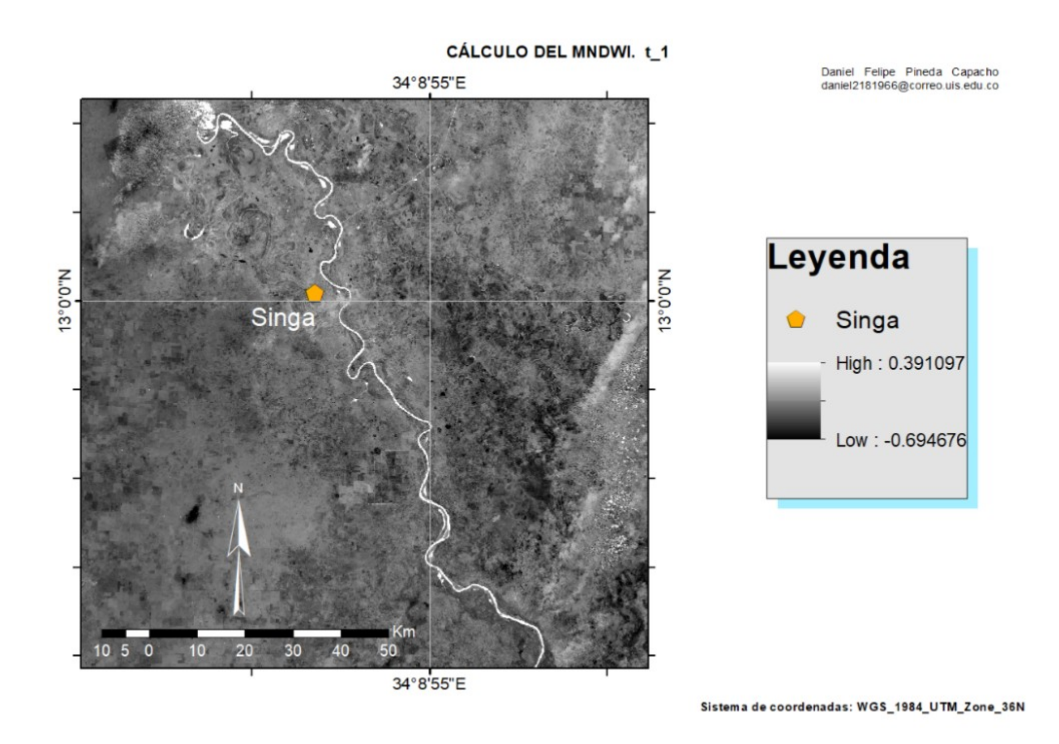
á 1], donde el mínimo representa ausencia total de reflectancia mediante el color Negro y el máximo la reflectancia total en color Blanco.

METODOLOGÍA

Desde el portal web del USGS, se extrajeron las imágenes disponibles efectuadas por la misión LANDSAT 8 en diferentes fechas**.** Estas se descargaron, obteniéndose once bandas espectrales propias del satélite, de las cuales, solo se usaron las Bandas 3 y 6.

Se procedió entonces a calcular el MNDWI **(II)** para cada instante de tiempo mediante el mapa de la localidad, con valores de reflectancia de [-1 á 1]. **Mapa 2**

Mapa 2. Cálculo del NDWI **(II)**. Fecha t_1.



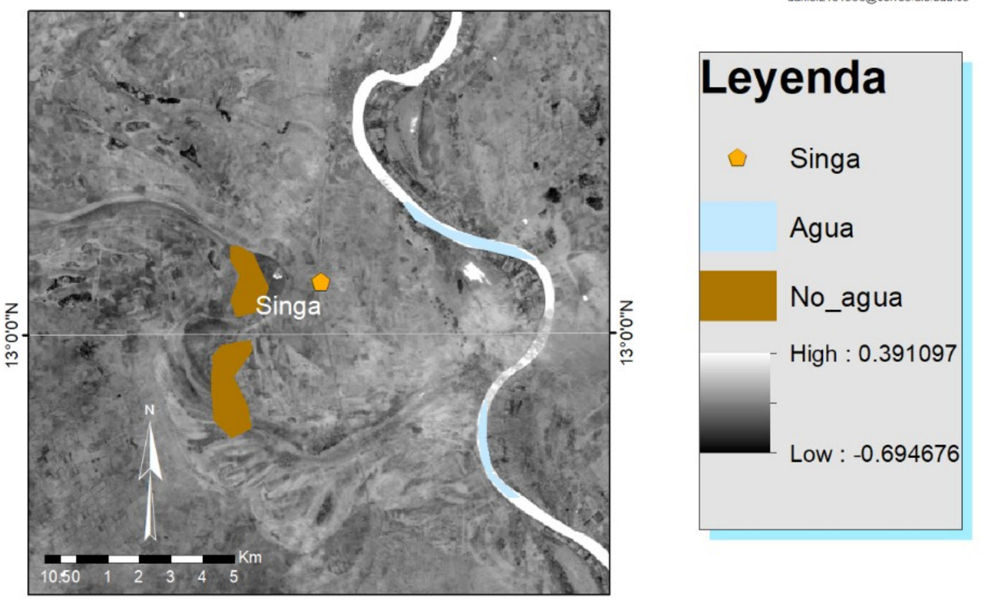
Igualmente se siguió el mismo orden para los nueve instantes de tiempo, divisando el contraste que genera el curso del Rio Nilo Azul en el mapa.

A cada uno de los resultados se les trazó polígonos que acotaron zonas representativas de reflectancia. Estos cumplieron la tarea de clasificar dos tipos de cubiertas, Agua & No_ Agua, bajo el argumento de que la mayor reflectancia o bien, la mayor cantidad de color Blanco visto en los resultados de imagen es precisamente el índice de la presencia de Agua.

Se asignó en el **Mapa 3** color Celeste a los polígonos que delimitan masas de Agua y color Marrón a los que demuestran su ausencia.

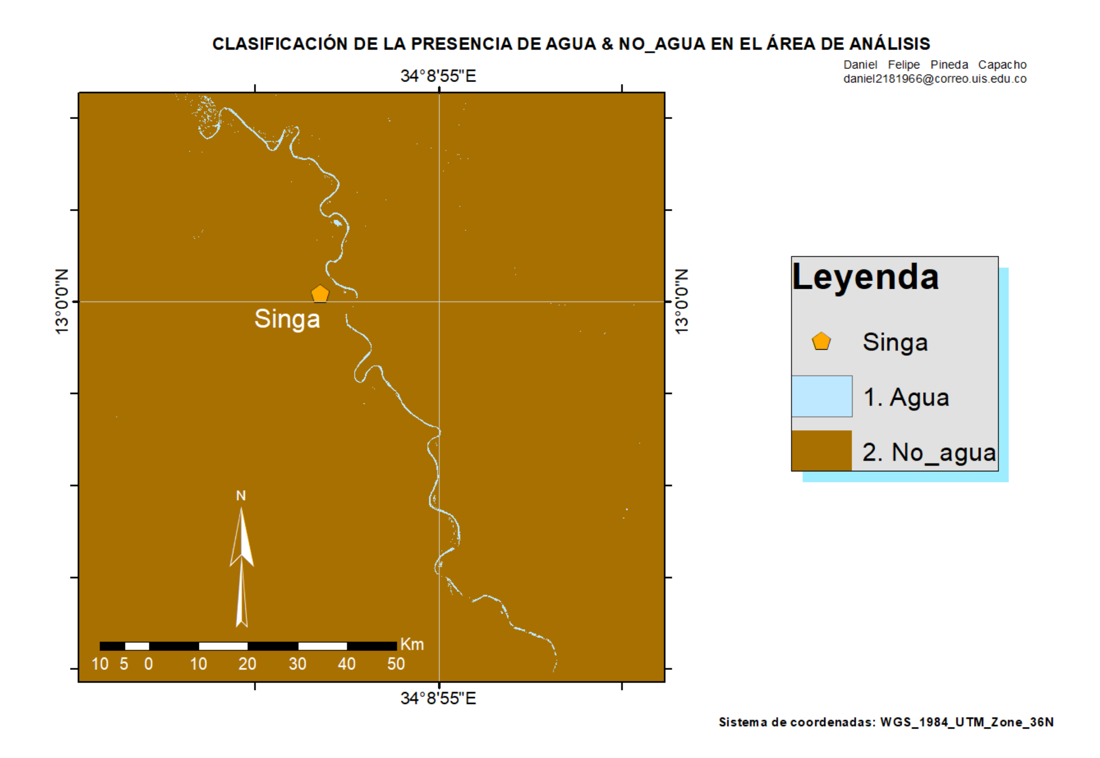
Mapa 3. Clasificación supervisada de cubiertas según el contenido de Agua mediante el trazo de polígonos. Fecha t_1.

.



Así entonces, se obtuvo el resultado gráfico diferenciado de las clases Agua & No_Agua, con base en los datos de reflectancia clasificados. **Mapa 4**

Mapa 4. Clasificación de la presencia de Agua & No_Agua en el área de análisis. Fecha t_1.



RESULTADOS

Teniendo las clases Agua & No_Agua mapeadas y distinguidas, se calculó el área que cubre cada una en [Km^2] para las nueve fechas. **Tabla 4**

Tabla 4. Tabla de valores de área de las clases Agua y No_Agua a través del Tiempo.

Tiempo	**Fecha**	**Área de Agua**	**Área de No_Agua**
t1	04_Abril_2020	63.254406	13903.74559
t2	06_Mayo_2020	80.99064	13886.00936
t3	22_Mayo_2020	84.570636	13882.42936
t4	23_Junio_2020	114.999401	13852.0006
t5	13_Octubre_2020	500.804867	13466.19513
t6	29_Octubre_2020	558.141821	13408.85818
t7	16_Diciembre_2020	180.2394	13786.7606
t8	02_Febrero_2021	108.807765	13858.19224
t9	22_Marzo_2021	119.529815	13847.47019

Se tablearon los datos de Tiempo y Área de Agua, para otorgar una visión fundamental de los eventos que

describen el desarrollo de la inundación. **Tabla 5**

Tabla 5. Tabla de datos de Tiempo y Área de Agua.

Tiempo	Área de Agua
t1	63.254406
t2	80.99064
t3	84.570636
t4	114.999401
t5	500.804867
t6	558.141821
t7	180.2394
t8	108.807765
t9	119.529815

Además, se calcularon y enlistaron los datos de: Cambio de Tiempo y Cambio de Área de Agua. **Tabla 6**

Tabla 6. Datos de cambio de Tiempo y cambio Área de Agua.

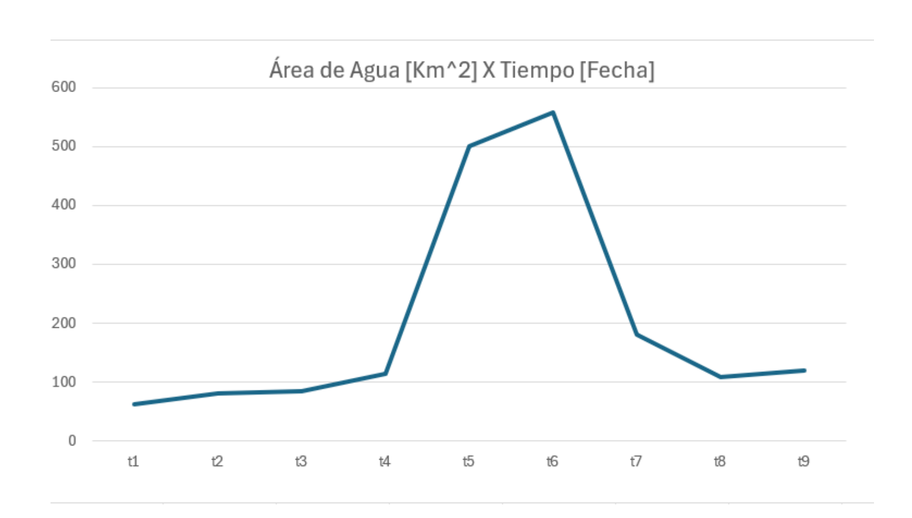
Δ Tiempo	Δ Área
t2-t1	17.736234
t3-t2	3.579996
t4-t3	30.428765
t5-t4	385.805466
t6-t5	57.336954
t7-t6	-377.902421
t8-t7	-71.431635
t9-t8	10.72205

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se cruzaron los datos de Área de Agua y Tiempo de la **Tabla 5** para poder detallar el comportamiento de la inundación a través del tiempo, por medio de un gráfico de traza. **Figura 1**

Se observó que el pico de la traza resultante se encuentra en la fecha t_6 y su punto más llano en la fecha t_1, siendo estas las fechas más y menos húmedas, respectivamente.

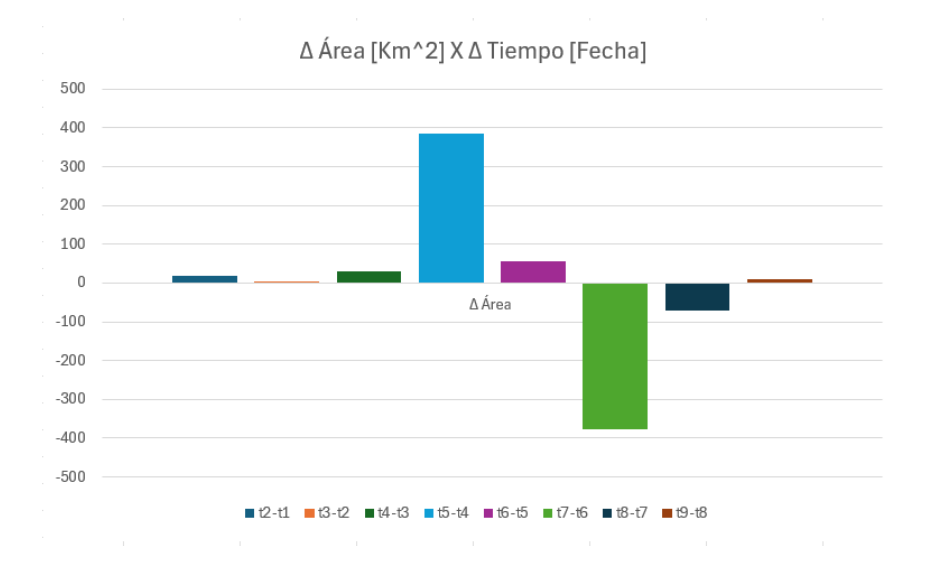
Figura 1. Área de Agua X Tiempo



En adición, se graficaron los datos de la **Tabla 6** mediante un gráfico de barras, obteniendo los cambios de Área de Agua en diferentes intervalos de tiempo.

Se notó que la mayor variación de aumento de Área de Agua ocurrió en el intervalo de las fechas t4 á t5, mientras que la mayor variación de disminución de Área de Agua fue entre las fechas t7 á t8.

Figura 2. Variaciones del Área de Agua a través del Tiempo.



REFERENCIAS

Loyd, C. Landsat Science. Portal: Landsat 8 Bands | Landsat Science (nasa.gov). NASA. (2013)

Xu, H. Modificación del índice diferencial normalizado del agua NDWI para realzar las características de las aguas abiertas en imágenes obtenidas por teledetección. Universidad de Fuzhou. (2006)

Servicio de radio difusión, DW. Inundaciones en Sudán dejan más de 60 muertos. Portal: Inundaciones en Sudán dejan más de 60 muertos – DW – 17/08/2020. (2020)